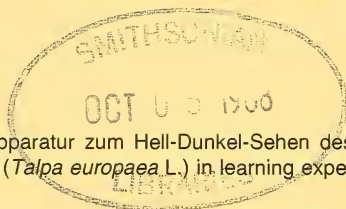


ZEITSCHRIFT FÜR SÄUGETIERKUNDE

INTERNATIONAL JOURNAL OF MAMMALIAN BIOLOGY

Organ der Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde

QL
700
2487
Mamm.



- Johannesson-Gross, Kristina: Lernversuche in einer Zweifachwahlapparatur zum Hell-Dunkel-Sehen des Maulwurfs (*Talpa europaea* L.). – Brightness discrimination of the mole (*Talpa europaea* L.) in learning experiments applying a modified tube-maze method 193
- Bastian, H. V.: Vorkommen und Zug der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii* Keyserling und Blasius, 1839) in Baden-Württemberg. – The occurrence and migration of Nathusius' pipistrelle (*Pipistrellus nathusii* Keyserling & Blasius, 1839) in Baden-Württemberg 202
- Bruerton, M. R.; Perrin, M. R.: The anatomy of the stomach and caecum of the Samango monkey, *Cercopithecus mitis erythrarchus* Peters, 1852. – Die Anatomie von Magen und Blinddarm der Diadem-Meerkatze *Cercopithecus mitis erythrarchus* Peters, 1852 210
- Le Berre, M.; Le Guelte, L.: Structure de l'espace et retour au nid chez la gerbille de Mongolie (*Meriones unguiculatus*). – Space utilization and homing in the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*). – Raumnutzung und Rückkehr zum Nest bei der Mongolischen Rennmaus (*Meriones unguiculatus*) 225
- Bowland, A. E.; Perrin, M. R.: The effect of fire on the small mammal community in Hluhluwe Game Reserve. – Der Einfluß von Bränden auf die Kleinsäuger im Hluhluwe-Wildreservat 235
- Patterson, I. J.: Responses of Apennine chamois to human disturbance. – Reaktionen apenninischer Gemsen auf menschliche Störung 245
- Wissenschaftliche Kurzmitteilung
- Waerebeek, K. Van; Reyes, J. C.: First record of the Pygmy killer whale, *Feresa attenuata* Gray, 1875 from Peru, with a summary of distribution in the eastern Pacific. – Erster Nachweis eines Zwergschwertwales, *Feresa attenuata* Gray, 1875, von Peru und eine Zusammenfassung über die Verbreitung im östlichen Pazifik 253
- Buchbesprechung 256

Verlag Paul Parey Hamburg und Berlin



HERAUSGEBER/EDITORS

P. J. H. VAN BREE, Amsterdam – W. FIEDLER, Wien – H. FRICK, München – W. HERRE, Kiel – H.-G. KLÖS, Berlin – H.-J. KUHN, Göttingen – E. KULZER, Tübingen – B. LANZA, Florenz – J. NIETHAMMER, Bonn – H. REICHSTEIN, Kiel – M. RÖHRS, Hannover – D. STARCK, Frankfurt a. M. – F. STRAUSS, Bern – E. THENIUS, Wien – P. VOGEL, Lausanne

SCHRIFTFLEITUNG/EDITORIAL OFFICE

H. SCHLIEMANN, Hamburg – D. KRUSKA, Kiel

This journal is covered by Biosciences Information Service of Biological Abstracts, and by Current Contents (Series Agriculture, Biology, and Environmental Sciences) of Institute for Scientific Information

Die Zeitschrift für Säugetierkunde veröffentlicht Originalarbeiten und wissenschaftliche Kurzmitteilungen aus dem Gesamtgebiet der Säugetierkunde, Besprechungen der wichtigsten internationalen Literatur sowie die Bekanntmachungen der Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde. Verantwortlicher Schriftleiter im Sinne des Hamburgischen Pressegesetzes ist Prof. Dr. Harald Schliemann.

Zusätzlich erscheint einmal im Jahr ein Heft mit den Abstracts der Vorträge, die auf der jeweiligen Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde gehalten werden. Sie werden als Supplement dem betreffenden Jahrgang der Zeitschrift zugeordnet. Verantwortlich für ihren Inhalt sind ausschließlich die Autoren der Abstracts.

Manuskripte: Manuskriptsendungen sind zu richten an die Schriftleitung, z. Hd. Prof. Dr. Dieter Kruska, Institut für Haustierkunde, Biologie-Zentrum, Neue Universität, Olshausenstr. 40–60, D-2300 Kiel. Für die Publikation vorgesehene Manuskripte sollen gemäß den „Redaktionellen Richtlinien“ abgefaßt werden. In ihnen finden sich weitere Hinweise zur Annahme von Manuskripten, Bedingungen für die Veröffentlichung und die Drucklegung, ferner Richtlinien für die Abfassung eines Abstracts und eine Korrekturzeichentabelle. Die Richtlinien sind auf Anfrage bei der Schriftleitung und dem Verlag erhältlich.

Sonderdrucke: Anstelle einer Unkostenvergütung erhalten die Verfasser von Originalbeiträgen und wissenschaftlichen Kurzmittellungen 50 unberechnete Sonderdrucke. Mehrbedarf steht gegen Berechnung zur Verfügung, jedoch muß die Bestellung spätestens mit der Rücksendung der Korrekturfahnen erfolgen.

Vorbehalt aller Rechte: Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk- und Fernsehsendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung vorbehalten. Das Vervielfältigen dieser Zeitschrift ist auch im Einzelfall grundsätzlich verboten. Die Herstellung einer Kopie eines einzelnen Beitrages oder von Teilen eines Beitrages ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes. Gesetzlich zulässige Vervielfältigungen sind mit einem Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu kennzeichnen.

Copyright-masthead-statement (valid for users in the USA): The appearance of the code at the bottom of the first page of an article in this journal indicates the copyright owner's consent that copies of the article may be made for personal or internal use, or for the personal or internal use of specific clients. This consent is given on the condition, however, that the copier pay the stated percopy fee through the Copyright Clearance Center, Inc., 21 Congress Street, Salem, MA 01970, USA, for copying beyond that permitted by Sections 107 or 108 of the U.S. Copyright Law. This consent does not extend to other kinds of copying, such as copying for general distribution, for advertising or promotional purposes, for creating new collective, or for resale. For copying from back volumes of this journal see "Permissions to Photo-Copy: Publisher's Fee List" of the CCC.

Mit einer Beilage des Verlages Paul Parey

Fortsetzung 3. Umschlagseite



Lernversuche in einer Zweifachwahlapparatur zum Hell-Dunkel-Sehen des Maulwurfs (*Talpa europaea* L.)

Von KRISTINA JOHANNESSEN-GROSS

Aus dem Fachbereich 19 (Biologie/Chemie) der Universität Kassel

Eingang des Ms. 15. 05. 1987

Abstract

Brightness discrimination of the mole (Talpa europaea L.) in learning experiments applying a modified tube-maze method

Studied was the light-dark discrimination of the mole (*Talpa europaea*) in learning experiments applying a special maze method. 8 animals (caught outside and tamed before the experiment) were trained to the light side of a modified tube-maze. The results were shown in quantity in learning curves. It became evident that moles can learn to distinguish between light and dark. 6 moles learned the task at a degree of illumination of 350 lux on the light (reinforced) side. 2 other animals reached the criterion level (90 % correct responses in 30 trials) not before an increase in illumination to 500 lux being the next phase of the experiment. The initially offered degree of illumination of 60 lux proved too low as a sign of discrimination. There were no temperature differences between the light and the dark side of the two-choice-training apparatus. And there was no indication whatever that moles find their way by means of infrared radiation. The possible role of the perception of light impulses from the mole in life conditions, especially the ecological function of the optical sense is discussed.

Einleitung

Talpa europaea lebt weitgehend unterirdisch in einem selbstgegrabenen und in großen Teilen dauerhaften Tunnelsystem (GODFREY und CROWCROFT 1960; QUILLIAM 1966b; MELLANBY 1974). Seine subterrane und fossoriale Lebensweise bedingt mannigfaltige anatomische und physiologische aber auch verhaltensmäßige Sonderanpassungen. So darf man bei ihm eine spezielle Lerndisposition zur Raumorientierung erwarten. Auf diesem Gebiet sind unsere Kenntnisse aber äußerst lückenhaft, systematische experimentelle Forschungen liegen kaum vor.

Von den bisher untersuchten Sinnessystemen des Maulwurfs (vgl. QUILLIAM 1966c, d) hat sich der Tastsinn als besonders hoch entwickelt erwiesen. Ihm wird eine große Bedeutung für das Zurechtfinden in den verzweigten dunklen Gängen beigemessen (u. a. KRISZAT 1940a, b, c; GODET 1951; QUILLIAM und ARMSTRONG 1963). Lernversuche zur taktilen Orientierung beim Wegelernen in Labyrinthen haben diese Auffassung experimentell bestätigt (CHRZANOWSKI 1972; JOHANNESSEN-GROSS 1984, 1986).

Im Gegensatz zum Tastsinn ist der Gesichtssinn der Talpidae in unterschiedlichem Ausmaß rückgebildet. Unter den Altweltmaulwürfen (zu den Verhältnissen bei den Scalopinae siehe SLONAKER 1902; LEWIS 1983) weist das Auge von *Talpa europaea* noch den geringsten Reduktionsgrad auf. Wie licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen erkennen lassen, besitzt es alle für ein Sehen notwendigen Strukturen, zeigt aber deutliche Abweichungen vom Bau eines typischen Säugetierauges (CIACCIO 1875; KOHL 1893, 1895; ROCHON-DUVIGNEAU 1943; HENDERSON 1952; QUILLIAM 1966a; SIEMEN 1976). Nicht immer ist das winzige Auge des Maulwurfs (\varnothing ca. 1 mm) sichtbar. Meistens liegt es von Haut überdeckt unter dem Fell verborgen. In manchen Situationen tritt es jedoch aus der Lidspalte heraus und kommt zum Vorschein (Abb. 1). Dieses Phänomen ist verschiedenen Autoren zwar aufgefallen (SCHEFFER 1949; TUSQUES 1954; u. a.), trotzdem



Abb. 1. Maulwurf mit hervortretendem Auge beim Verlassen einer Röhre

ten LUND und LUND (1965) durch operantes Konditionieren ein positives Ergebnis erzielen. Allerdings war der lediglich von 4 Tieren erreichte Lernerfolg ausgesprochen instabil, und große individuelle Schwankungen der Lerndauer traten auf. Da außerdem in den entsprechenden Publikationen keine Lernkurven vorgestellt wurden, war dies Anlaß, weiterführende Lernexperimente mit *Talpa europaea* zum Problemkreis des Hell-Dunkel-Sehens anzustellen und zu prüfen, ob und in welchem Ausmaß sich diese Tiere nach Helligkeitsdifferenzen räumlich orientieren können.

Material und Methode

Zur Untersuchung des optischen Leistungsvermögens wurde eine maulwurfsadäquate – im Hinblick auf die spezifische Fragestellung erweiterte – Röhrenlabyrinthmethode entwickelt, mit der es möglich war, durch Futterbelohnung positiv verstärkte Zweifachwahlen auf Hell (belohnt) gegen Dunkel (unbelohnt) durchzuführen. Zum Prinzip der Methode siehe Abb. 2 und JOHANNESSEN-GROSS und GROSS (1982).

Die Lernapparatur ist aus farblos-transparenten Kunststoffteilen zusammengesetzt. Sie besteht aus dem Entscheidungsraum (einem nach oben und unten offenen Plexiglastasten) und aus insgesamt 3 PVC-Röhren. Eine dieser Röhren führt als Eingang in den Entscheidungskasten hinein. Ihr gegenüber liegt die Wahlseite der Apparatur mit 2 ebensolchen Röhren als Ausgängen (Abb. 3). Durch Überstülpen zweier Abdeckelemente kann eine der beiden Ausgangsröhren lichtundurchlässig gemacht werden. Die andere Ausgangsröhre bleibt hell und stellt so die Richtigwahlseite dar (Abb. 3b). Als zusätzliche visuelle Orientierungshilfe dienen 2 gegeneinander austauschbare Schieber. Sie sind zwischen Kastenaußenseite und Röhrenbeginn eingesetzt, jeweils fast die Hälfte der Seite einnehmend (Abb. 3a, b). Der eine Schieber ist mit weißer, der andere mit schwarzer d-c-fix-Folie beklebt. Darüber befindet sich zusätzlich ein Überzug aus gleichartiger durchsichtiger Schutzfolie.

Zu Beginn eines jeden Durchganges befindet sich das Versuchstier (VT) im Startelement (Abb. 3b). Wird dieses geöffnet, läuft das VT bis zum Entscheidungsraum vor und gelangt über eine 3 cm hohe Stufe in diesen hinein. Um von dort den Lauf in der dunklen (falsch) oder hellen (richtig) Röhre fortzusetzen, muß das VT noch einmal eine 3 cm hohe Stufe überwinden. Diese Stufen (wie der ganze Entscheidungskasten überhaupt) sollen durch Anhalten bzw. Verzögern des Laufes die Wahrscheinlichkeit des Beachtens visueller Reize durch die VT erhöhen. Erreicht der Maulwurf das Zielelement, wird es hinter ihm verschlossen, das Belohnungsloch geöffnet und eine Mehlkäferlarve als positive Verstärkung geboten. Ist diese gefressen, wechselt das VT in das Pausenelement über, von wo es vor Beginn des nächsten Durchganges erneut in das Startelement gelassen wird (Abb. 2).

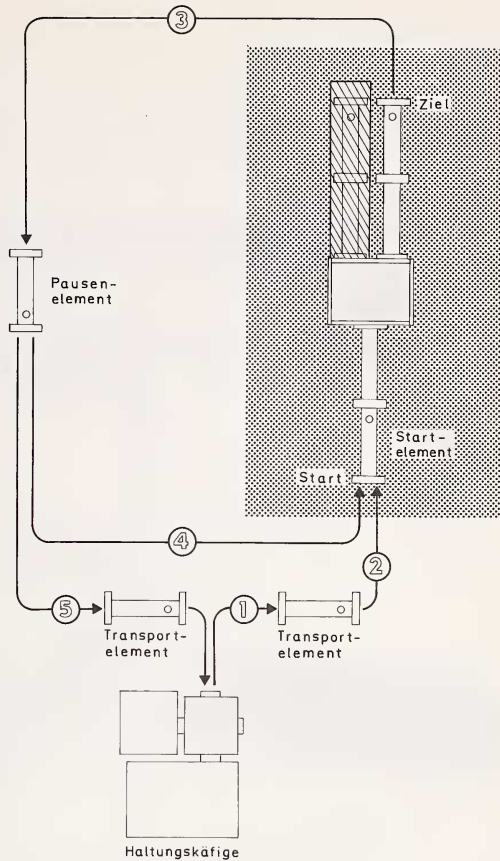
Pro VT fanden täglich 10 Durchgänge nacheinander statt. Zum Ausschließen geruchlicher

wurde *Talpa europaea* aber weithin für ein blindes Tier gehalten (z. B. SUZUKI und KUROSUMI 1972; PEVET et al. 1981) oder zumindest für ein solches mit nur wenig ausgeprägtem optischen Leistungsvermögen (MELLANBY 1982).

Erste verhaltensexperimentelle Ansätze zur Prüfung des Gesichtssinnes dieser Tierart finden sich bei KRISZAT (1940a) sowie bei LUND und LUND (1965, 1966). Während KRISZAT eine Dressur des Maulwurfs auf ein Lichtsignal nach der Methode der klassischen Konditionierung nicht gelang, konnten

Abb. 2. Schema zum Versuchsablauf. Abholen eines Maulwurfs vom Haltungskäfig und Transport zum Startelement der Versuchsanlage (1, 2); insgesamt 10 Durchgänge (= Läufe) hintereinander werden von jedem Tier während einer Lernsitzung absolviert (3, 4); Rücktransport zur Käfiganlage (5). Zwischen den Haltungskäfigen und der Versuchsanlage besteht durch die Transport- und Pausenelemente ein räumliches Kontinuum, keines der Tiere muß während der Versuche angefaßt werden

Einflüsse wurden die Röhren nach jedem Durchgang mit reinem Alkohol ausgewischt, und die Fließpapierunterlage (Abb. 3b) wurde gewechselt. Neonröhren und 3 Zusatzlichter in Form von 100-Watt-Glühlampen (Abb. 3b) leuchteten die Wahlapparatur gleichmäßig aus. Durch Variieren des Abstandes von L 3 zur Anlage konnte die Beleuchtungsstärke der belohnten Seite und damit der Hell-Dunkel-Unterschied zwischen den beiden Ausgangsröhren eingestellt und schrittweise verändert werden. L 1 und L 2 blieben in ihrer Position unverändert. Die belohnte Seite der Zweifachwahlapparatur wurde für jeden Durchgang nach Zufall bestimmt, wobei aber dieselbe Seite höchstens an 2 aufeinanderfolgenden der insgesamt 10 Durchgänge die belohnte sein konnte. Temperaturunterschiede zwischen den beiden Wahlseiten waren nicht feststellbar (Sekunden-Thermometer mit Oberflächenmeßfühler Technotherm Typ 3000, Ablesegenauigkeit $\pm 1/10^\circ\text{C}$). Als Lernparameter fand die prozentuale Häufigkeit der Richtigläufe (RL) in 10 Durchgängen Verwendung. Das Lernkriterium galt als erfüllt, sobald vom VT durchschnittlich 90 % RL an 3 aufeinanderfolgenden Tagen erreicht waren. Getestet wurden 8 Wildfänge der Art *Talpa europaea* verschiedenen Alters und Geschlechts, die zu Versuchsbeginn alle handzahn waren. Spontan Tendenzen der Seitenwahl waren nicht nachweisbar.



Ergebnisse

Entsprechend der schrittweisen Änderung der Beleuchtungsbedingungen auf der belohnten Wahlseite der Lernapparatur bestand die Dressur auf Hell-Dunkel-Unterschiede aus 3 Versuchsteilen.

Versuchsteil I: Die Beleuchtungsstärke auf der belohnten Seite betrug 60 Lux. Unter diesen Bedingungen bleibt die durchschnittliche prozentuale Häufigkeit der RL aller VT (T 1 bis T 6) vom 1. bis zum 60. Tag im Zufallsbereich (Abb. 4a). Bei keinem einzelnen der 6 Tiere war eine Bevorzugung der belohnten (hellen) Seite feststellbar.

Versuchsteil II: Die VT wurden in der gleichen Weise wie in dem unmittelbar vorausgegangenen Versuchsteil I getestet, jedoch unter veränderten Beleuchtungsverhältnissen. In dem 48tägigen Versuchsteil II war die Beleuchtungsstärke der belohnten Seite auf 350 Lux erhöht. 3 der bereits im Versuchsteil I untersuchten Tiere erreichten diesmal das Lernkriterium, und zwar nach 19 (T 2) bzw. 28 (T 1 und T 4) Tagen (Abb. 4b). Ein VT dieser Gruppe (T 3) starb vor Erreichen des Lernkriteriums. Wie die sequenzanalytische Auswertung aber zeigt (Abb. 5), wird von diesem Maulwurf nach dem 93. Lauf im

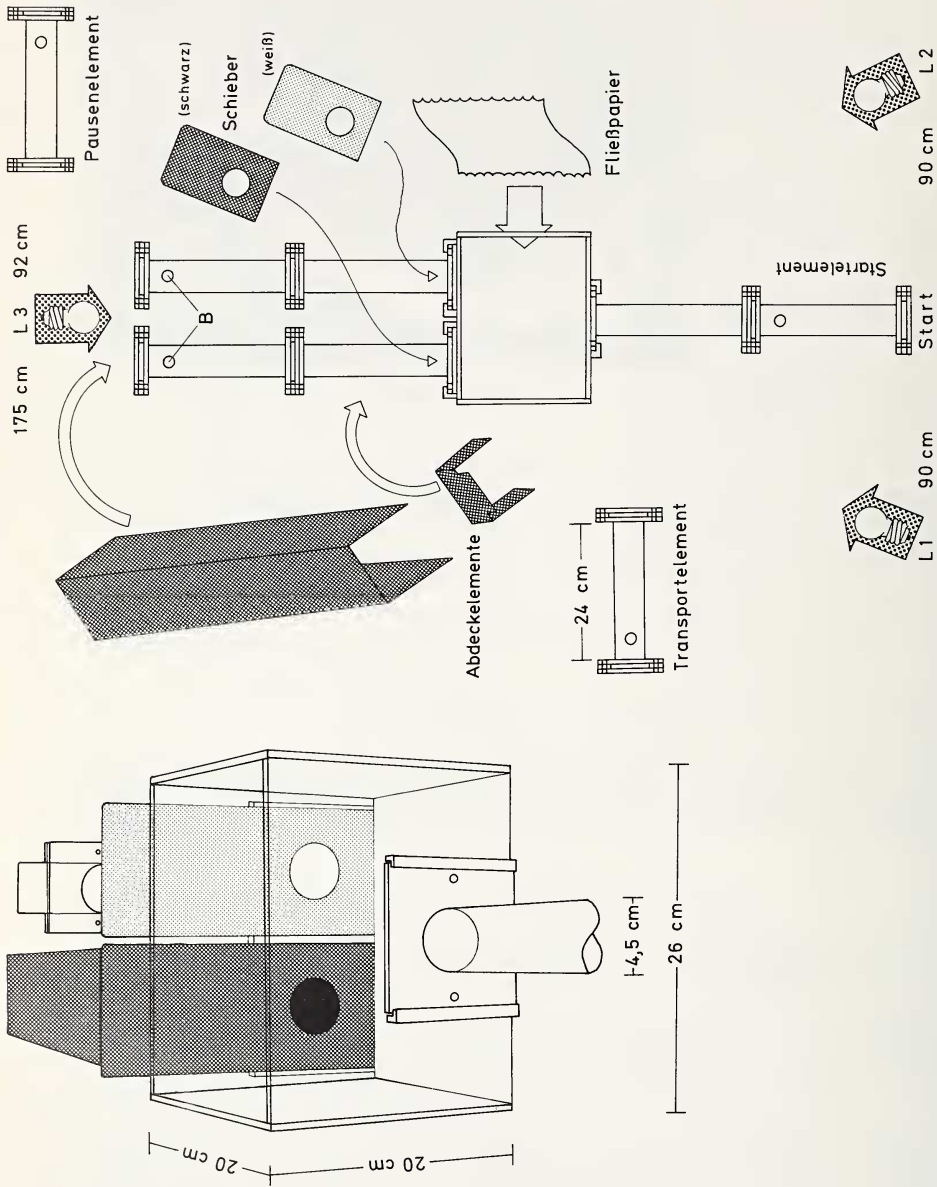


Abb. 3. Schemazeichnung der Zweifachwahlapparat. *Links:* schräge Aufsicht auf den Entscheidungskasten (a); *rechts:* Aufsicht auf die vollständige Versuchsanlage (b). L 1, L 2, L 3: 100-Watt-Gühlampen und deren Leuchteinfällrichtung (Rasterpfeile). L 1 und L 2 sind mit konstantem Abstand (90 cm) vom Mittelpunkt der Wahlseite angebracht und leuchten diese von vorn gleichmäßig aus. L 3 beleuchtet die Apparatur von hinten und ist der einzustellenden Beleuchtungsstärke gemäß 175 cm bzw. 92 cm von den rückwärtigen Röhrenden entfernt. B = Belohnungsloch, es wird nur zum Anbieten einer Mehlkäferlarve als Futterbelohnung geöffnet

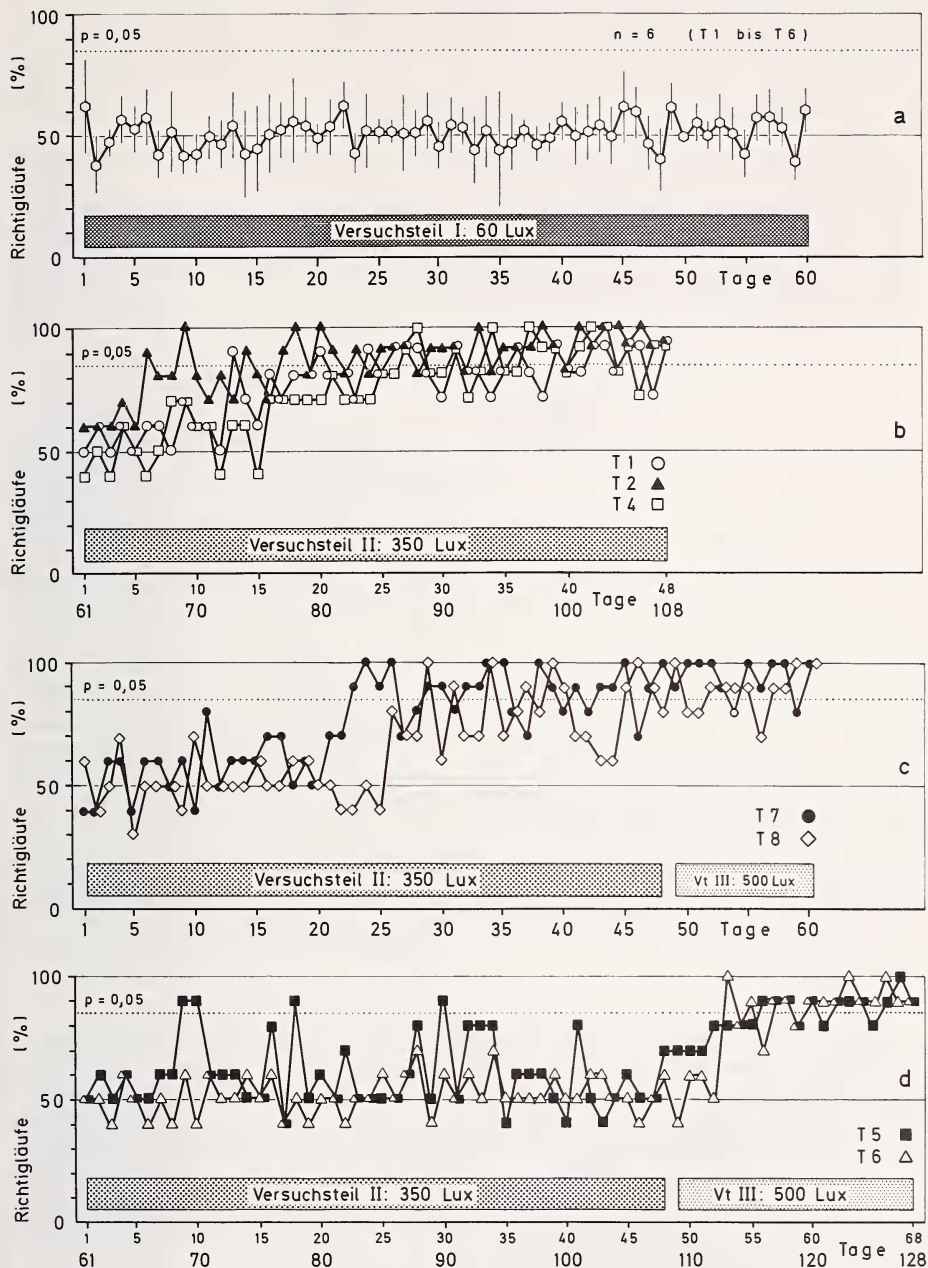


Abb. 4. Kurven der Richtigläufe (RL) für die Dressur auf Hell-Dunkel-Unterschiede bei verschiedenen Beleuchtungsstärken: Versuchsteil I (60 Lux), Versuchsteil II (350 Lux) und Versuchsteil III (500 Lux). (a) Mittelwertskurve der RL von 6 Maulwürfen (T 1 bis T 6) während des Versuchsteils I; angegeben ist die Standardabweichung. (b) Einzellernkurven von 3 Maulwürfen (T 1, T 2, T 4), die bereits Versuchsteil I absolviert haben. (c) Einzellernkurven von 2 bisher versuchsunerfahrenen Maulwürfen (T 7, T 8). (d) Einzellernkurven der Maulwürfe T 5 und T 6, deren Dressur wie bei T 1, T 2 und T 4 mit Versuchsteil I begonnen hat. Gepunktete Linie: Signifikanzgrenze ($p = 0,05$; Prüfung einer Grundwahrscheinlichkeit nach KOLLER 1969)

Versuchsteil II die Annahmegrenze (90 % RL, $p = 0,05$) für das Eintreten des Lernerfolges erreicht. Das bedeutet, auch für den Maulwurf T 3 ist das Ergebnis der Dressur auf Hell-Dunkel-Unterschiede positiv zu werten. 2 bisher versuchsunerfahrene Tiere (T 7 und T 8) benötigten bis zum Erreichen des Lernkriteriums 25 (T 7) bzw. 39 (T 8) Tage (Abb. 4c).

Versuchsteil III: Die Beleuchtungsstärke auf der belohnten Seite betrug im Anschluß an den Versuchsteil II vom 49. (Abb. 4c) bzw. 109. Tag (Abb. 4d) an 500 Lux. 2 Maulwürfe (T 5 und T 6), die als einzige die Aufgabe bisher nicht gelernt hatten, erfüllten unter diesen Beleuchtungsverhältnissen rasch das Lernkriterium, der eine (T 6) nach 7, der andere (T 5) nach 10 Tagen (Abb. 4d). Die Lernkurven derjenigen VT, welche im Versuchsteil II das Lernkriterium bereits erreicht hatten, näherten sich jetzt in der Anzahl der RL dem 100 %-Niveau an (T 7 und T 8 in Abb. 4c).

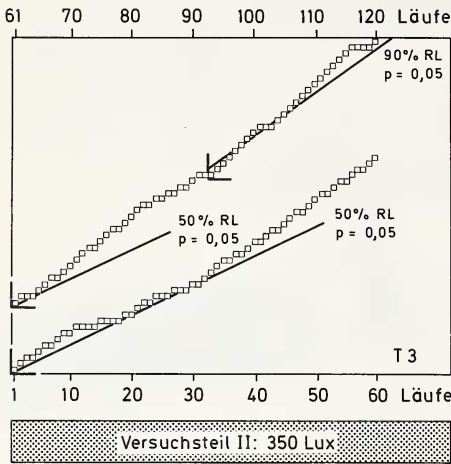


Abb. 5. Lernkurve des Maulwurfs T 3 (sequenzanalytische Darstellung der Richtig- und Falschläufe nach HARDER et al. 1972), der nach dem 12. Tag (120. Lauf bzw. Durchgang) im Versuchsteil II gestorben ist. Unten: Lauf 1 bis 60; oben: Lauf 61 bis 120

optischen Orientierung erforderliche Unterschiedsschwelle ist individuell verschieden; 6 Maulwürfe erlernten die Aufgabe bei einer Beleuchtungsstärke von 350 Lux auf der hellen Seite, 2 Tieren war dies erst nach Erhöhung der Beleuchtungsstärke auf 500 Lux möglich (Abb. 4d). Eine Beleuchtungsstärke von 60 Lux erwies sich als unerschwinglich und konnte von keinem der getesteten Maulwürfe als Orientierungszeichen eingesetzt werden (Abb. 4a). Hinweise auf eine Orientierung nach Infrarotstrahlen, wie sie für die Vampirfledermaus *Desmodus rotundus* nachgewiesen ist und in ihrer Bedeutung diskutiert wurde (SCHMIDT und MANSKE 1982; KÜRTE und SCHMIDT 1982), ergaben sich für *Talpa europaea* in diesen Versuchsreihen nicht.

Offen bleibt die Frage nach der Funktion des optischen Sinnes von *Talpa europaea*. Es ist bekannt, daß der europäische Maulwurf einen Teil seiner Aktivitätsphasen oberirdisch verbringt (MORRIS 1966). Zahlreiche zufällige Einzelbeobachtungen verdeutlichen in ihrer Gesamtheit, daß diese Tiere regelmäßig zu jeder Jahres- und Tageszeit ihren unterirdischen Bau verlassen und auf der Erdoberfläche tätig werden (u. a. REMUS 1901; HAUCHECORNE 1927; SCHAERFFENBERG 1940; HORNING 1942; NIETHAMMER 1963). Sie weichen vor Überschwemmungen ihrer Tunnelsysteme (teils schwimmend) auf höher gelegene Gelän-

Diskussion

Trotz zahlreicher Untersuchungen, die zu einer weitgehenden Strukturaufklärung des Maulwurfsauges geführt haben, ist auf experimenteller Grundlage bislang kaum etwas darüber bekannt, ob *Talpa europaea* zu Schleistungen fähig ist und gegebenenfalls den optischen Sinn situationspezifisch einsetzt.

In der vorliegenden Arbeit war es möglich, mit Hilfe einer speziellen Zweifachwahlapparatur nach der Vorgehensweise einer operanten Konditionierung Maulwürfe auf Hell-Dunkel-Unterschiede zu dressieren. Wie die Lernkurven zeigen, kann *Talpa europaea* Helligkeitsdifferenzen wahrnehmen und diese – wenn sie nicht zu gering sind – in der spezifischen Lernsituation als Orientierungsmerkmale nutzen. Im Gegensatz zu LUND und LUND (1965) ist hier in den Lernkurven eine stabile Kannphase ausgebildet (Abb. 4b bis c). Die zur

deabschnitte aus und kehren nach Rückgang der Fluten rasch wieder zu ihren ehemaligen Wohngebieten zurück (CSIZMAZIA 1982; JOHANNESON-GROSS und GROSS 1986). Auch ihr Nachweis im Beutespektrum von Greifen und Eulen bestätigt indirekt ebenfalls Oberflächenaktivitäten (z. B. SOUTHERN 1954; SKOCZEN 1962).

Welche Sinne den Maulwurf außerhalb seines Baues leiten, ist weitgehend unbekannt. Gehör, Geruch, Erschütterungs- und Tastsinn werden als vorrangig betrachtet (HERTER 1957). Eine optische Orientierung scheint – wenn überhaupt – von untergeordneter Bedeutung zu sein. Dies schon deswegen, da aus anatomischen Gründen ein Verlust des Bildsehens angenommen werden muß. Diejenigen Teile des Auges, die zum Hervorbringen eines scharfen Bildes auf der Retina notwendig sind (Cornea, Linse, Glaskörper), werden von ihrer Ausbildung her dieser Aufgabe nicht mehr gerecht (SOKOLOWA 1964; QUILLIAM 1966c). SIEMEN (1976) weist in diesem Zusammenhang zusätzlich auf Degenerationserscheinungen der Netzhaut hin.

Der optische Sinn vieler Säugetiere ist aber nicht nur für ein Zurechtfinden im Raum wichtig, ebenso bedeutungsvoll ist er für die Orientierung in der Zeit (HOFFMANN 1981).

Maulwürfe lassen einen 24-Std.-Rhythmus ihrer lokomotorischen Aktivität erkennen, der zusätzlich von Kurzzeitzyklen überlagert sein kann (z. B. GODFREY 1955; MELLANBY 1967; MEESE und CHEESEMAN 1969). Ergebnisse einer über 12 Monate durchgeführten Studie zur Tagesaktivität von *Talpa europaea* durch WOODS und MEAD-BRIGGS (1978) legen die Vermutung nahe, daß die auftretenden Aktivitätsschübe vom täglichen Lichtgang und seiner Änderung im Jahresverlauf beeinflußt werden. Aber nicht nur hinsichtlich tagesrhythmischer Vorgänge scheint das Licht bei diesen Tieren eine Rolle zu spielen, sondern möglicherweise auch bei der zeitlichen Einnischung des Fortpflanzungsverhaltens in das Jahresgeschehen. *Talpa europaea* ist eine monöstrische Art mit einer nur relativ kurzen Brunftzeit im Frühjahr (MATTHEWS 1935; DEANESLY 1966). Auch wenn man unterstellt, daß dem Fortpflanzungszyklus des Maulwurfs ein circannualer Rhythmus zugrunde liegt, erscheint die Photoperiode in den gemäßigten Breiten mit ihrer störungsfreien Information als Zeitgeber zur Synchronisation der Brunftzeit geeignet und notwendig. Der optische Sinn von *Talpa europaea* mag also weniger der räumlichen als vielmehr der zeitlichen Orientierung dienen. Die hierzu erforderliche Kontrolle des Lichtganges im Tages- und Jahresverlauf ist den Tieren möglich; sie sind, wie in den Lernversuchen gezeigt werden konnte, zur Lichtperzeption fähig, und sie können diese Fähigkeit auch nutzen, da sie sowohl in ihren Gängen oberflächennah vorkommen als diese auch regelmäßig verlassen, um oberirdisch aktiv zu werden.

Zusammenfassung

Untersucht wurde die Fähigkeit zur Hell-Dunkel-Diskrimination von *Talpa europaea* L. Mit einer speziellen Lernapparatur in Form eines modifizierten Röhrenlabyrinthes war es möglich, durch Futterbelohnung positiv verstärkte Zweifachwahlen auf Hell (belohnt) gegen Dunkel (unbelohnt) durchzuführen. Wie die Lernkurven zeigen, ist *Talpa europaea* fähig, Helligkeitsunterschiede wahrzunehmen. Sind sie nicht zu gering, werden sie in der Lernsituation als Orientierungsmerkmal eingesetzt. Von 8 VT (Wildfänge verschiedenen Alters und beiderlei Geschlechts, die zu Versuchsbeginn handzahn waren) erlernten 6 Maulwürfe die Aufgabe bei einer Beleuchtungsstärke von 350 Lux auf der hellen (belohnten) Seite, während 2 weitere Tiere das Lernkriterium (90 % RL an 3 aufeinanderfolgenden Tagen) erst nach Erhöhung der Beleuchtungsstärke auf der belohnten Seite von 350 Lux auf 500 Lux erreichten. Welche Bedeutung der Lichtwahrnehmung bei der weitgehend unterirdischen Lebensweise von *Talpa europaea* zukommt, wird diskutiert.

Literatur

- CHRZANOWSKI, Z. (1972): Untersuchungen über die Orientierung von Maus und Maulwurf im Labyrinth. Warschau: Hochschule für Landwirtschaft. (In polnisch)
- CIACCIO, G. V. (1875): Osservazioni intorno alla membrana del descemet e al suo endotelio con una descrizione anatomica dell'occhio della *Talpa europaea*. Mem. Accad. Sci. Ist. Bologna, Ser. 3, 5, 501-516.